

DANIELLE SELL DYMINSKI

**UTILIZAÇÃO POTENCIAL DA LÍNGUA ELETRÔNICA NA INDÚSTRIA DE
ALIMENTOS E BEBIDAS**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor.

**Orientadora: Profa. Dra. Lys Mary Bileski
Cândido**

**CURITIBA
2006**

AGRADECIMENTOS

- A Deus, por ter me concedido serenidade, capacidade e sabedoria para realizar este trabalho.
- À minha mãe Rute, meu marido Marcelo e a minha irmã Andréa, pelo incentivo.
- À minha orientadora professora Dra. Lys Mary Bileski Cândido, pela sábia orientação, integral apoio, estímulo e dedicação neste trabalho.
- À professora Dra. Helena Maria André Bolini, da Unicamp, pela colaboração e dedicação prestada na análise sensorial e estatística deste trabalho.
- Ao professor Dr. Luiz Henrique Cappareli Mattoso, da Embrapa Instrumentação Agropecuária, pelo apoio, colaboração e permissão da utilização da língua eletrônica.
- A Humberto Hissashi Takeda, da USP de São Carlos, pela colaboração e dedicação prestada nas análises feitas com a língua eletrônica.
- À Elisangela Fabiana Boffo, da Universidade Federal de São Carlos, pela colaboração e dedicação prestada nas análises de Ressonância Magnética Nuclear.
- À coordenadora do Curso de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, professora Dra. Maria Lúcia Masson, pelo apoio em todas as etapas deste trabalho.
- Aos julgadores das amostras, pela incansável colaboração prestada na análise sensorial.

- Às empresas Citromax Essências Ltda. (Representante: Conquer - Representações Comerciais Ltda.) e Duas Rodas Industrial Ltda. (Representante: J.S.Senter & Cia Ltda.), pelos aromas fornecidos.
- À empresa Baculê, pelos corantes fornecidos.
- Às empresas Cape Food Ingredients Brasil Ltda., McNeil Specialty (Representante: Tovani Benzaquen Rep. Ltda.), e ao representante CHEMAX Com. e Imp. de produtos Químicos Ltda., pelos edulcorantes fornecidos.
- À Universidade Federal do Paraná e CNPq, por terem proporcionado meios para a realização deste trabalho.
- Aos funcionários da Universidade Federal do Paraná, pela cooperação.
- E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 LÍNGUA ELETRÔNICA	5
2.1.1 Aplicações das línguas eletrônicas	5
2.1.2 Funcionamento do equipamento	9
2.1.3 Combinação da língua eletrônica com o nariz eletrônico	14
2.1.4 Criação da língua eletrônica brasileira	16
2.1.5 Fase atual da pesquisa com a língua eletrônica brasileira	19
2.2 O MERCADO DOS PRODUTOS “DIET” E “LIGHT” E DE BEBIDAS	23
2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS BEBIDAS	27
2.4 ADITIVOS	28
2.4.1 Adoçantes e edulcorantes	29
2.4.1.1 Sacarose	32
2.4.1.2 Sacarina	34
2.4.1.3 Aspartame	35
2.4.1.4 Ciclamato	37
2.4.1.5 Acesulfame-K	38
2.4.1.6 Sucralose	40
2.4.2 Combinação de edulcorantes	42
2.4.3 Aromas	46
2.5 ANÁLISE SENSORIAL	47
2.5.1 Determinação da doçura equivalente	48
3 MATERIAL E MÉTODOS	51
3.1 GERAL	51
3.1.1 Matérias-primas	51

3.1.2 Sucos prontos e bebidas lácteas	52
3.1.3 Formulações avaliadas na análise sensorial e pela língua eletrônica.....	54
3.2 ANÁLISE SENSORIAL.....	57
3.2.1 Recrutamento e seleção dos julgadores.....	57
3.2.2 Elaboração e análise sensorial de edulcorantes e misturas de edulcorantes em água, base para bebida dietética e bebida láctea (EXPERIMENTO 1).....	60
3.2.3 Elaboração e análise sensorial de aromas em base para bebidas e em bebidas lácteas (EXPERIMENTO 2).....	65
3.2.4 Avaliação de vida-de-prateleira através de análise sensorial de suco e bebida láctea (EXPERIMENTO 3).....	68
3.2.5 Análise estatística	70
3.3 UTILIZAÇÃO DA LÍNGUA ELETRÔNICA.....	71
3.4 ANÁLISE DE MISTURA DE EDULCORANTES POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR (RMN).....	79
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	80
4.1 Avaliação de edulcorantes e misturas de edulcorantes através da análise sensorial e da língua eletrônica em água, base para bebida dietética e bebida láctea (EXPERIMENTO 1).....	80
4.1.1 Água.....	80
4.1.2 Base para bebida dietética.....	88
4.1.3 Bebida láctea.....	92
4.2 Avaliação de aromas através da análise sensorial e da língua eletrônica em base para bebida e em bebidas lácteas (EXPERIMENTO 2).....	96
4.2.1 Base para bebida.....	96
4.2.2 Bebida láctea.....	99
4.3 Avaliação de vida-de-prateleira através de análise sensorial e da língua eletrônica em suco e bebida láctea (EXPERIMENTO 3).....	103
4.3.1 Suco.....	103
4.3.2 Bebida láctea.....	106
4.4 RESULTADO GERAL – Desempenho geral da língua eletrônica	113
4.5 ANÁLISE DE MISTURA DE EDULCORANTES POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR (RMN).....	119
5 CONCLUSÃO.....	125

REFERÊNCIAS	126
APÊNDICES.....	135
ANEXOS.....	141

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - PRÉDIO DA EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA EM SÃO CARLOS – SP.....	17
FIGURA 2 - LÍNGUA ELETRÔNICA DESENVOLVIDA PELA EMBRAPA.....	18
FIGURA 3 - DIAGRAMA DE PROCEDIMENTOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE VINHOS.....	20
FIGURA 4 - GRÁFICO DE ACP DE 3 DIFERENTES VINHOS TINTOS: CABERNET SAUVIGNON 2000 (A); CABERNET SAUVIGNON 1999 (B); VINHO DE MESA (C).....	20
FIGURA 5 - GRÁFICO DE ACP COM DIFERENTES SOLUÇÕES.....	22
FIGURA 6 - PRODUTOS UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DA VIDA-DE-PRATELEIRA: SUÇO(A), BEBIDA LÁCTEA (B)	52
FIGURA 7 - BEBIDA LÁCTEA PRONTA (A), BEBIDA LÁCTEA FORMULADA (B).....	56
FIGURA 8 - TESTE DE ORDENAÇÃO. AMOSTRAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SACAROSE: 2,0 % (A), 4,0 % (B), 6,0 % (C), 8,0 % (D) e 10,0% (E).....	58
FIGURA 9 - TESTE TRIANGULAR UTILIZADO PARA SELEÇÃO DE JULGADORES. BASE PARA BEBIDA COM DIFERENTES AROMAS: AROMA 61 – PADRÃO (AROMA A) (A) E AROMA 51 (AROMA B) (B)	59
FIGURA 10 - TESTE TRIANGULAR UTILIZADO PARA SELEÇÃO DE JULGADORES. BEBIDA LÁCTEA COM DIFERENTES AROMAS: AROMA 61 – PADRÃO (AROMA A) (A) E AROMA 51 (AROMA B) (B).....	60
FIGURA 11 - TESTE “JUST-ABOUT-RIGHT” DOS EDULCORANTES NA ÁGUA. AMOSTRAS: ACESULFAME-K (A), ACESULFAME-K + ASPARTAME (B), SACAROSE (C), CICLAMATO + SUCRALOSE (D), SACARINA (E).....	62
FIGURA 12 - TESTE DE COMPARAÇÃO COM O PADRÃO DOS EDULCORANTES NAS BEBIDAS LÁCTEAS. SACAROSE (P), SUCRALOSE (A), ASPARTAME (B), CICLAMATO + SUCRALOSE (C).....	63
FIGURA 13 - SEQUÊNCIA DOS TESTES SENSORIAIS DO EXPERIMENTO 1.....	64
FIGURA 14 - TESTE DE COMPARAÇÃO COM O PADRÃO EM BEBIDA LÁCTEA COM AROMAS DIFERENTES: AROMA PADRÃO (61)(P), AROMA B (51) (A), AROMA C (22) (B)....	66
FIGURA 15 - SEQUÊNCIA DOS TESTES SENSORIAIS DO EXPERIMENTO 2	67
FIGURA 16 - TESTE TRIANGULAR DOS SUCOS UHT. AMOSTRAS DE SUÇO ARMAZENADA EM: GELADEIRA (A), TEMPERATURA AMBIENTE (B).....	69
FIGURA 17 - SEQUÊNCIA DOS TESTES SENSORIAIS NO EXPERIMENTO 3.....	70
FIGURA 18 - LABORATÓRIO DA EMBRAPA EM SÃO CARLOS.....	71
FIGURA 19 - A LÍNGUA ELETRÔNICA.....	73
FIGURA 20 - BANHO TERMOSTATIZADO.....	74
FIGURA 21 - SENSOR DENTRO DO BEQUER NO BANHO TERMOSTATIZADO	75
FIGURA 22 - CONSTÂNCIA DAS MEDIDAS.....	76
FIGURA 23 - SOLATRON E MULTIPLEX.....	76
FIGURA 24 - PROGRAMA UTILIZADO PELA LÍNGUA ELETRÔNICA DESENVOLVIDO PELA EMBRAPA DE SÃO CARLOS	77
FIGURA 25 - SENSOR SENDO LAVADO DENTRO DO BEQUER.....	77

FIGURA 26 - SUPORTE COM SENSORES.....	78
FIGURA 27 - SEQUÊNCIA DE PROCEDIMENTOS PARA UTILIZAR A LÍNGUA ELETRÔNICA.....	78
FIGURA 28 - GRÁFICO DE FREQUÊNCIA POR CAPACITÂNCIA DAS SOLUÇÕES DE EDULCORANTES. MEDIDAS REFERENTES AO SENSOR 3 FEITAS NO SEGUNDO DIA	85
FIGURA 29 - ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP) DAS SOLUÇÕES DE EDULCORANTES E SACAROSE NA ÁGUA, REALIZADAS EM TRÊS DIAS CONSECUTIVOS.....	86
FIGURA 30 - GRÁFICO DE FREQUÊNCIA POR CAPACITÂNCIA DAS SOLUÇÕES DE EDULCORANTES NA BASE PARA BEBIDA. MEDIDAS REFERENTES AO SENSOR 3 FEITAS NO SEGUNDO DIA	90
FIGURA 31 - ACP DAS SOLUÇÕES DE EDULCORANTES E SACAROSE EM BASE PARA BEBIDA (B.B), REALIZADA EM TRÊS DIAS CONSECUTIVOS.....	91
FIGURA 32 - GRÁFICO DE FREQUÊNCIA POR CAPACITÂNCIA DAS SOLUÇÕES DE EDULCORANTES NA BEBIDA LÁCTEA (B.L). MEDIDAS REFERENTES AO SENSOR 3 FEITAS NO SEGUNDO DIA	94
FIGURA 33 - ACP DAS SOLUÇÕES DE EDULCORANTES E SACAROSE EM BEBIDA LÁCTEA, REALIZADA EM TRÊS DIAS CONSECUTIVOS.....	95
FIGURA 34 - RESULTADO OBTIDO COM O SENSOR 3 (DIA 2) NO EXPERIMENTO COM DIFERENTES AROMAS EM BASE PARA BEBIDA.....	98
FIGURA 35 - RESULTADO OBTIDO COM O SENSOR 4 NO EXPERIMENTO COM DIFERENTES AROMAS EM BEBIDAS LÁCTEAS.....	102
FIGURA 36 - RESULTADO OBTIDO COM O SENSOR 2 NO EXPERIMENTO COM DIFERENTES AROMAS EM BEBIDAS LÁCTEAS.....	102
FIGURA 37 - TESTE DE COMPARAÇÃO COM O PADRÃO. AMOSTRAS DE SUCO ARMAZENADAS EM GELADEIRA (P), TEMPERATURA AMBIENTE (A) E ESTUFA (B).....	104
FIGURA 38 - ACP DOS SUCOS ARMAZENADOS EM GELADEIRA, TEMPERATURA AMBIENTE E ESTUFA, REALIZADA EM TRÊS DIAS CONSECUTIVOS.....	105
FIGURA 39 - TESTE DE COMPARAÇÃO COM O PADRÃO. AMOSTRAS DE BEBIDA LÁCTEA ARMAZENADAS EM GELADEIRA (P), TEMPERATURA AMBIENTE (A), ESTUFA (B).....	108
FIGURA 40 - BEBIDAS LÁCTEAS VISTAS DE FRENTE ARMAZENADAS EM ESTUFA APÓS 2 MESES. AMOSTRA QUE NÃO ESTUFOU (A), AMOSTRA ESTUFADA (B).....	109
FIGURA 41 - BEBIDAS LÁCTEAS VISTAS DE CIMA ARMAZENADAS EM ESTUFA APÓS 2 MESES. AMOSTRA QUE NÃO ESTUFOU (A), AMOSTRA ESTUFADA (B).....	109
FIGURA 42 - ACP DAS BEBIDAS LÁCTEAS ARMAZENADAS EM GELADEIRA, TEMPERATURA AMBIENTE E ESTUFA, REALIZADA EM TRÊS DIAS CONSECUTIVOS.....	110
FIGURA 43 - ESPECTROS DE RMN DE ^1H DA MISTURA DE EDULCORANTES CICLAMATO + SACARINA (10:1).....	119
FIGURA 44 - ESPECTROS DE RMN DE ^1H DA MISTURA DE EDULCORANTES CICLAMATO + ACESULFAME-K (5:1).....	120
FIGURA 45 - ESPECTROS DE RMN DE ^1H DA MISTURA DE EDULCORANTES CICLAMATO + SUCRALOSE (15:1).....	120
FIGURA 46 - ESPECTROS DE RMN DE ^{13}C DA MISTURA DE EDULCORANTES CICLAMATO + SACARINA (10:1).....	121

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TABELA DE TERMOS	24
TABELA 2 - MERCADO DE BEBIDAS NO BRASIL EM MILHÕES DE LITROS.....	26
TABELA 3 - REGULAMENTO TÉCNICO QUE APROVA O USO DE ADITIVOS EDULCORANTES ESTABELECE SEUS LIMITES MÁXIMOS PARA OS ALIMENTOS.....	31
TABELA 4 - COMBINAÇÕES DE ADOÇANTES.....	44
TABELA 5 - INFORMAÇÃO NUTRICIONAL DO RÓTULO DO SUCO.....	53
TABELA 6 - INFORMAÇÃO NUTRICIONAL DO RÓTULO DA BEBIDA LÁCTEA.....	54
TABELA 7 - FORMULAÇÕES UTILIZADAS PARA SELEÇÃO DE JULGADORES.....	56
TABELA 8 - FORMULAÇÕES AVALIADAS NA ANÁLISE SENSORIAL E PELA LÍNGUA ELETRÔNICA.....	57
TABELA 9 - TESTES SENSORIAIS REALIZADOS NO EXPERIMENTO 1.....	65
TABELA 10 - ANÁLISES SENSORIAIS REALIZADAS NO EXPERIMENTO 2.....	67
TABELA 11 - ANÁLISES SENSORIAIS REALIZADAS NO EXPERIMENTO 3.....	70
TABELA 12 - TESTES COM A LÍNGUA ELETRÔNICA.....	72
TABELA 13 - FILMES UTILIZADOS PARA A FABRICAÇÃO DA LÍNGUA ELETRÔNICA.....	75
TABELA 14 - FORMULAÇÕES AVALIADAS COM A RMN.....	79
TABELA 15 - CONCENTRAÇÕES UTILIZADAS PARA AJUSTE DE DOÇURA DOS EDULCORANTES NA ÁGUA E OS RESULTADOS OBTIDOS.....	80
TABELA 16 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM ÁGUA – COMPARAÇÃO DA SACAROSE COM ASPARTAME E CICLAMATO + SACARINA.....	81
TABELA 17 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM ÁGUA – COMPARAÇÃO DA SACAROSE COM ACESULFAME-K, ACESULFAME-K+ASPARTAME, CICLAMATO+SUCRALOSE E SACARINA.....	81
TABELA 18 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS – TESTE DE COMPARAÇÃO EM ÁGUA – COMPARAÇÃO DA SACAROSE COM ACESULFAME-K, ACESULFAME-K+ASPARTAME, CICLAMATO+SUCRALOSE E SACARINA.....	81
TABELA 19 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM ÁGUA – COMPARAÇÃO DA SACAROSE COM CICLAMATO, SUCRALOSE, ACESULFAME-K+CICLAMATO E ASPARTAME+CICLAMATO+SACARINA.....	82
TABELA 20 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS – TESTE DE COMPARAÇÃO EM ÁGUA – COMPARAÇÃO DA SACAROSE COM CICLAMATO; SUCRALOSE, ACESULFAME-K+CICLAMATO E ASPARTAME+CICLAMATO+SACARINA.....	82
TABELA 21 - CONCENTRAÇÕES DOS EDULCORANTES UTILIZADAS NA ANÁLISE SENSORIAL E PELA LÍNGUA ELETRÔNICA.....	84
TABELA 22 - CONCENTRAÇÕES PARA AJUSTE DE DOÇURA DOS EDULCORANTES NA BASE PARA BEBIDA DIETÉTICA E OS RESULTADOS OBTIDOS.....	88
TABELA 23 - RESULTADO DO TESTE TRIANGULAR DA BASE PARA BEBIDA DIETÉTICA COM EDULCORANTES.....	89
TABELA 24 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM BASE PARA BEBIDA DIETÉTICA – COMPARAÇÃO DO PADRÃO (SACAROSE) COM ADOÇ. A (SUCRALOSE), ADOÇ. B (ASPARTAME) E ADOÇ. C (CICLAMATO+ SUCRALOSE).....	89
TABELA 25 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS – TESTE DE COMPARAÇÃO EM BASE PARA BEBIDA DIETÉTICA – COMPARAÇÃO DO PADRÃO (SACAROSE) COM ADOÇ. A (SUCRALOSE), ADOÇ. B (ASPARTAME) E ADOÇ. C (CICLAMATO + SUCRALOSE).....	89
TABELA 26 - RESULTADO DO TESTE TRIANGULAR COM EDULCORANTES NA BEBIDA LÁCTEA.....	92
TABELA 27 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM BEBIDA LÁCTEA – COMPARAÇÃO DO PADRÃO (SACAROSE) COM ADOÇ. A (SUCRALOSE), ADOÇ. B (ASPARTAME) E ADOÇ. C (CICLAMATO + SUCRALOSE).....	93
TABELA 28 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS – TESTE DE COMPARAÇÃO EM BEBIDA LÁCTEA – COMPARAÇÃO DO PADRÃO (SACAROSE) COM ADOÇ. A (SUCRALOSE), ADOÇ. B (ASPARTAME) E ADOÇ. C (CICLAMATO + SUCRALOSE).....	93
TABELA 29 - RESULTADO DO TESTE TRIANGULAR DE AROMAS EM BASE PARA BEBIDA.....	96

TABELA 30 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM BASE PARA BEBIDA – COMPARAÇÃO DO AROMA A (61 – PADRÃO) COM AROMA B (51) E AROMA C (22).....	96
TABELA 31 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM BASE PARA BEBIDA – COMPARAÇÃO DO AROMA B (51) COM AROMA C (22).....	97
TABELA 32 - RESULTADO DO TESTE TRIANGULAR DE AROMAS EM BEBIDAS LÁCTEAS....	100
TABELA 33 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM BEBIDA LÁCTEA – COMPARAÇÃO DO AROMA A (61 – PADRÃO) COM AROMA B (51) E AROMA C (22).....	100
TABELA 34 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS – TESTE DE COMPARAÇÃO EM BEBIDA LÁCTEA – COMPARAÇÃO DO AROMA A (61 – PADRÃO) COM AROMA B (51) E AROMA C (22).....	100
TABELA 35 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM BEBIDA LÁCTEA – COMPARAÇÃO DO AROMA B (51) COM AROMA C (22).....	101
TABELA 36 - RESULTADO DO TESTE TRIANGULAR EM SUCO DO EXPERIMENTO 3.....	103
TABELA 37 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM SUCO (2 MESES) – COMPARAÇÃO DO PADRÃO (GELADEIRA) COM TEMP. AMBIENTE E ESTUFA.....	104
TABELA 38 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM SUCO (4 MESES) – COMPARAÇÃO DO PADRÃO (GELADEIRA) COM TEMP. AMBIENTE E ESTUFA.....	104
TABELA 39 - RESULTADO DO TESTE TRIANGULAR EM BEBIDA LÁCTEA DO EXPERIMENTO 3.....	107
TABELA 40 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA – TESTE DE COMPARAÇÃO EM BEBIDA LÁCTEA (2 MESES) – COMPARAÇÃO DO PADRÃO (GELADEIRA) COM TEMP. AMBIENTE E ESTUFA.....	107
TABELA 41 - COMPARAÇÃO ENTRE MÉDIAS – TESTE DE COMPARAÇÃO EM BEBIDA LÁCTEA (2 MESES) – COMPARAÇÃO DO PADRÃO (GELADEIRA) COM TEMP. AMBIENTE E ESTUFA.....	107
TABELA 42 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA - TESTE DE COMPARAÇÃO EM BEBIDA LÁCTEA (4 MESES) – COMPARAÇÃO DO PADRÃO (GELADEIRA) COM TEMP. AMBIENTE E ESTUFA.....	108
TABELA 43 - SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA ANÁLISE SENSORIAL E PELO EQUIPAMENTO LÍNGUA ELETRÔNICA COM EDULCORANTES.....	116
TABELA 44 - SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA ANÁLISE SENSORIAL E PELO EQUIPAMENTO LÍNGUA ELETRÔNICA NO EXPERIMENTO COM AROMAS.....	117
TABELA 45 - SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA ANÁLISE SENSORIAL E PELO EQUIPAMENTO LÍNGUA ELETRÔNICA NO EXPERIMENTO DE VIDA-DE-PRATELEIRA.....	118

LISTA DE ABREVIATURAS

ACP = Análise de Componente Principal

PVC = Cloreto de polivinila

ABIAD = Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos

EMBRAPA = Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

RESUMO

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) de São Carlos-SP desenvolveu um protótipo para avaliar o gosto de bebidas. Este equipamento, conhecido como língua eletrônica, está sendo testado para a avaliação de sabor, aroma e qualidade de diversos tipos de bebidas (vinho, café, sucos de frutas e leite) e a avaliação da qualidade de água através da detecção de poluentes (pesticidas). O funcionamento do sensor gustativo utiliza o conceito da língua humana, conhecido como *seletividade global*, ou seja: o sistema biológico não identifica uma substância específica, mas agrupa toda a informação em padrões que o cérebro decodifica. O primeiro objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de uso do equipamento língua eletrônica, no reconhecimento de edulcorantes e aromatizantes. Os objetivos específicos foram: verificar se o equipamento é capaz de determinar as melhores combinações de edulcorantes, ou seja, as que mais se assemelham à sacarose (experimento 1); avaliar a capacidade de determinar diferenças entre aromas de morango (experimento 2) e avaliar a capacidade em determinar a estabilidade (vida-de-prateleira) de produtos já industrializados (experimento 3). Um segundo objetivo foi determinar se existe interação química de edulcorantes, quando os mesmos são utilizados combinados, através do método de ressonância nuclear magnética (RMN) de ^1H e ^{13}C . A língua eletrônica avaliou as seguintes formulações em relação ao gosto: edulcorantes na água, edulcorantes em base para bebida dietética e em bebida láctea (experimento 1); edulcorantes em base para bebida e bebidas lácteas com diferentes aromas (experimento 2); e edulcorantes em sucos e bebidas lácteas UHT em armazenamento (vida-de-prateleira) (experimento 3). Foram utilizados os métodos sensoriais de Comparação com o Padrão e o Triangular, nos três experimentos e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Dunnett, ao nível de significância de 5%. No experimento 1 foram avaliadas 10 combinações com edulcorantes e uma formulação com sacarose (amostra padrão). As formulações foram as seguintes: Acesulfame-K; Aspartame; Ciclamato; Sacarina; Sucralose; Sacarina + Ciclamato; Acesulfame-K + Ciclamato; Acesulfame-K + Aspartame; Sucralose + Ciclamato; Sacarina + Ciclamato + Aspartame. Destas 10 combinações de edulcorantes, foram escolhidas 3 combinações, para elaborar base para bebidas e bebidas lácteas. Para o ajuste de doçura foram utilizados os testes “Just-about-right” e de Estimção de Magnitude. No experimento 2 foram testados 3 aromas de morango. O aroma A foi considerado o padrão e os aromas B e C, os que foram avaliados. No experimento 3 foram analisadas amostras de sucos prontos tipo UHT e de bebidas lácteas prontas UHT, adquiridas no mercado local, após o período de 2 e 4 meses da aquisição. A amostra padrão foi armazenada em geladeira e comparada com amostras armazenadas em temperatura ambiente (22°C) e em estufa (37°C). Para as análises de RMN foram testadas 4 formulações com edulcorantes isolados e 3 combinações: Acesulfame-K; Ciclamato; Sacarina; Sucralose; Sacarina+Ciclamato (1:10); Acesulfame-K+Ciclamato (1:5); Sucralose+Ciclamato (1:15). Os resultados obtidos com os edulcorantes em água indicaram que a língua eletrônica obteve bons resultados na maioria dos edulcorantes testados, com exceção da sacarina, da combinação sacarina+ciclamato e acesulfame-K+ciclamato e sacarina+ciclamato+aspartame. Para avaliação de edulcorantes em meios diferentes da água, como base para bebidas dietéticas e lácteas, para diferenciar aromas e para análise de vida-de-prateleira, é necessário aperfeiçoar os sensores e a metodologia de uso. Com relação à mistura de edulcorantes, os resultados da RMN mostraram que não há interação entre as moléculas de edulcorantes usadas nas combinações testadas. Não ocorreram mudanças nos deslocamentos químicos e na multiplicidade dos sinais das combinações. O gosto doce obtido pela mistura de edulcorantes ocorre provavelmente por interação com as papilas gustativas e não foi verificada formação de uma nova molécula a qual poderia eventualmente causar algum dano à saúde.

ABSTRACT

The Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) of São Carlos-SP has developed a prototype to evaluate the taste of beverages. This device, known as an electronic tongue, is being used for the evaluation of taste, flavor and quality of water by detection of pollutants (pesticides). The taste sensor mimics the global selectivity of human tongue, that is, the biological system does not identify one specific substance but aggregates all information in patterns, which in turn are processed by the brain. The first goal of this work is to evaluate the potential use of the electronic tongue in the recognition of sweeteners and flavors. The specific goals are: verify if the equipment is capable of determining the best combinations of sweeteners (the combinations that resemble sucrose, experiment 1); to evaluate the capacity to determine differences between strawberry flavors (experiment 2); to evaluate the capacity in determining the stability (shelf-life) of industrialized products (experiment 3). The second goal is to establish if there is a chemical interaction between mixtures of sweeteners using Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy of ^1H and ^{13}C . The electronic tongue was used in the evaluation of the following formulations in relation to the taste. In the first experiment, the sweeteners were tested with a water solution, with a dietary beverage and with a dairy beverage. In the second experiment, the flavors were tested with a beverage base and with dairy beverages. In the third experiment, the juices and UHT type dairy beverages were used to evaluate the shelf life. Those results were compared to sensory evaluation conducted by selected judges. They were used for sensory evaluation of the difference from control test and Triangular Test, followed by variance analysis and the Dunnett test. In the first experiment, ten combinations of sweeteners and one sucrose formulation (sample standard) were evaluated. The formulations were: Acesulfame-K; Aspartame; Cyclamate; Saccharin; Sucralose; Saccharin + Cyclamate; Acesulfame-K + Cyclamate; Acesulfame-K + Aspartame; Sucralose + Cyclamate; Saccharin + Cyclamate + Aspartame. Out of these ten sweetener combinations, 3 were chosen to elaborate a base for beverages and dairy beverages. In the estimation of sweetness the "Just-about-right" and "Magnitude Estimation" tests. In the second experiment, 3 strawberry flavors were tested. In the third experiment, juices and UHT type dairy beverages were evaluated, purchased on the local market, after the period of 2 and 4 months. The standard sample was stored in a refrigerator and compared with samples stored at ambient temperature (22°C) and higher temperatures (37°C). For the RMN analyses, four sweeteners were evaluated as well as three sweetener combinations: acesulfame-K; cyclamate; saccharin; sucralose; saccharin+cyclamate (1:10); acesulfame-K+cyclamate (1:5); sucralose+cyclamate (1:15). The results with sweeteners in water indicate that the electronic tongue has good results, with exception of saccharin, saccharin+cyclamate, acesulfame-K+cyclamate and saccharin + cyclamate + aspartame. Also, it can classify different sweeteners combinations in groups by their similarity. For the evaluation of sweeteners dissolved in liquids other than water, such as dietary beverages base or dairy beverages, it is necessary to improve the electronic tongue sensors and improve a methodology to analysis evaluation. The analysis of ^1H and ^{13}C NMR spectra for the sweeteners and sweetener combinations show that there were no changes in their chemical shifts nor in signal multiplicity caused by the sweetener combinations tested. Consequently, there was no formation of new molecules that could cause damage or pose risk to health. The sweet taste originating from the sweetener mixtures is most probably caused by an interaction of sweetener with the receptors located in the taste papillae.